






MULTISTEP STEAM POWER OPERATING METHOD FOR GENERATING ELECTRIC POWER IN A CYCLE AND DEVICE FOR THE IMPLEMENTATION THEREOF

Patent number: EP1038094
Publication date: 2000-09-27
Inventor: HARAZIM WOLFGANG (DE)
Applicant: RERUM COGNITIO (DE)
Classification:
- **International:** F01K25/00; F02C1/10
- **European:** F01K25/00B; F02C1/08; F02C3/34; F02C6/00B
Application number: EP19980966514 19981209
Priority number(s): WO1998DE03617 19981209; DE19981003048
19980128; DE19971054660 19971209; DE19981003049
19980128; DE19981014510 19980401; DE19981043848
19980924

Also published as:

 WO9930018 (A3)
 WO9930018 (A2)
 EP1038094 (A3)
 US6530226 (B1)
 CA2313109 (A1)

more >>

Abstract not available for EP1038094

Abstract of corresponding document: **US6530226**

The aim of the invention is to further improve the closed cycle for generating electric power in such a way that efficiency is enhanced and general pressure and temperature requirements regarding the working fluid used are substantially reduced. The invention also seeks to provide an improved technical solution that meets the requirements of continuous operation at rated output despite fluctuations in load requirements. This is achieved through a multistep steam power operating method for generating electric power in a cycle by using an additional gaseous energy carrier to increase the pressure, the temperature and the volume of the working fluid in the cycle and by recirculating the working fluid in the cycle in such way that continuously overheated steam is used as a working fluid. The invention can be used in the generation of electric power in a cycle.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

Best Available Copy

This Page Blank (uspto)

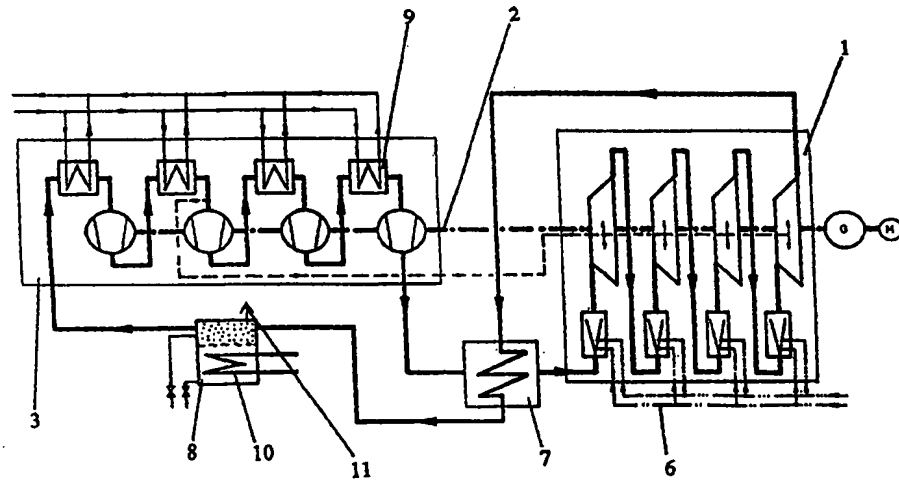
This Page Blank (uspto)

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : F02C	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/30018 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 17. Juni 1999 (17.06.99)															
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03617 (22) Internationales Anmeldedatum: 9. Dezember 1998 (09.12.98) (30) Prioritätsdaten: <table border="0"><tr><td>197 54 660.9</td><td>9. Dezember 1997 (09.12.97)</td><td>DE</td></tr><tr><td>198 03 048.7</td><td>28. Januar 1998 (28.01.98)</td><td>DE</td></tr><tr><td>198 03 049.5</td><td>28. Januar 1998 (28.01.98)</td><td>DE</td></tr><tr><td>198 14 510.1</td><td>1. April 1998 (01.04.98)</td><td>DE</td></tr><tr><td>198 43 848.6</td><td>24. September 1998 (24.09.98)</td><td>DE</td></tr></table> (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): RERUM COGNITIO [DE/DE]; Gesellschaft für Marktintegration deutscher Innovationen und Forschungsprodukte mbH, Äußere Dresdner Strasse 1, D-08066 Zwickau (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HARAZIM, Wolfgang [DE/DE]; Werdauer Strasse 124, D-08060 Zwickau (DE). (74) Anwalt: AUERBACH, Bettina; Südstrasse 29, D-08066 Zwickau (DE).		197 54 660.9	9. Dezember 1997 (09.12.97)	DE	198 03 048.7	28. Januar 1998 (28.01.98)	DE	198 03 049.5	28. Januar 1998 (28.01.98)	DE	198 14 510.1	1. April 1998 (01.04.98)	DE	198 43 848.6	24. September 1998 (24.09.98)	DE	(81) Bestimmungsstaaten: AU, CA, CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>
197 54 660.9	9. Dezember 1997 (09.12.97)	DE															
198 03 048.7	28. Januar 1998 (28.01.98)	DE															
198 03 049.5	28. Januar 1998 (28.01.98)	DE															
198 14 510.1	1. April 1998 (01.04.98)	DE															
198 43 848.6	24. September 1998 (24.09.98)	DE															
(54) Title: MULTISTEP STEAM POWER OPERATING METHOD FOR GENERATING ELECTRIC POWER IN A CYCLE AND DEVICE FOR THE IMPLEMENTATION THEREOF (54) Bezeichnung: MEHRSTUFIGER DAMPFKRAFT-/ARBEITSPROZESS FÜR DIE ELEKTROENERGIEGEWINNUNG IM KREISPROZESS SOWIE ANORDNUNG ZU SEINER DURCHFÜHRUNG (57) Abstract <p>The aim of the invention is to further improve the closed cycle for generating electric power in such a way that efficiency is enhanced and general pressure and temperature requirements regarding the working fluid used are substantially reduced. The invention also seeks to provide an improved technical solution that meets the requirements of continuous operation at rated output despite fluctuations in load requirements. This is achieved through a multistep steam power operating method for generating electric power in a cycle by using an additional gaseous energy carrier to increase the pressure, the temperature and the volume of the working fluid in the cycle and by recirculating the working fluid in the cycle in such a way that continuously overheated steam is used as a working fluid. The invention can be used in the generation of electric power in a cycle.</p> 																	

(57) Zusammenfassung

Es wird angestrebt, den geschlossenen Kreisprozeß zur Gewinnung von elektrischer Energie so weiterzuentwickeln, daß Wirkungsgradverbesserungen erreicht werden und die allgemeinen Druck- und Temperaturanforderungen des eingesetzten Arbeitsfluids sollen deutlich reduzierbar sein. Gleichzeitig wird angestrebt, trotz schwankender Lastanforderungen die zu entwickelnde technische Lösung mit den Voraussetzungen für den durchgehenden Betrieb unter Nennleistung auszustatten. Gelöst wird die Aufgabe, indem ein mehrstufiger Dampfkraft- und -arbeitsprozeß für die Elektroenergiegewinnung im Kreisprozeß durch Einsatz eines zusätzlichen gasförmigen Energieträgers zur Druck-, Temperatur- und Masseerhöhung des Arbeitsfluids im Kreisprozeß und Rückführung des Arbeitsfluids in den Kreisprozeß so gestaltet wird, daß als Arbeitsfluid durchgehend überhitzter Wasserdampf eingesetzt wird. Einsatz findet diese Lösung bei der Elektroenergiegewinnung im Kreisprozeß.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Mehrstufiger Dampfkraft-/arbeitsprozeß für die Elektroenergiegewinnung im Kreisprozeß sowie Anordnung zu seiner Durchführung

Die Erfindung betrifft einen mehrstufigen Dampfkraft-/ arbeitsprozeß für die Elektroenergiegewinnung im Kreisprozeß durch Einsatz eines zusätzlichen gasförmigen Energieträgers zur Druck-, Temperatur- und Masseerhöhung des Arbeitsfluids im Kraftprozeß und Rückführung des Arbeitsfluids in den Arbeitsprozeß.

Eine derartige technische Lösung wird in erster Linie im Bereich der Energiewirtschaft benötigt.

Bei der Umwandlung von thermischer in mechanischer Energie ist der Wirkungsgrad auf Maximalwerte begrenzt, die durch die Temperaturen der Verbrennung, des bei der Verbrennung beigesetzten Abgases und der eingesetzten Kühlmittel bestimmt sind. Materialtechnische Grenzen in den angewendeten Energieumwandlungsprozessen beeinflussen die Differenz zwischen dem theoretisch erreichbaren und dem praktisch realisierten Wirkungsgrad nach dem jeweiligen Stand der Technik. Da die Turbomaschinenforschung bereits an einem sehr hohen Entwicklungsniveau angelangt ist, resultieren spürbare Verbesserungsmöglichkeiten im wesentlichen aus der Thermodynamik der Kreisprozesse.

Ausgehend von den maximalen Verbrennungstemperaturen müssen nach dem bisherigen Wissensstand die allgemeinen Temperaturen im Energieumwandlungsprozeß erhöht werden, um den Exergieanteil zu erhöhen. Bei Einsatz fossiler Brennstoffe im Gasturbinenprozeß haben die hohen Verbrennungstemperaturen zudem Einfluß auf die Stickoxidemission.

Großtechnisch haben sich zur Gewinnung von elektrischer Energie der Dampfturbinen-Clausius-Rankine-Kreisprozeß, der Gasturbinenkreisprozeß und der Gas- und Dampf-Kombiprozeß (GuD-Prozeß) als die Kombination von beiden Grundprozessen durchgesetzt.

- 2 -

Mittels moderner Dampfkraftprozesse sollen durch Druck- und Temperaturerhöhungen des Arbeitsfluids auf über 300 bar und über 700 °C die angestrebten Wirkungsgradverbesserungen erreicht werden. Dies setzt zugleich voraus, daß materialtechnische Lösungen für die Beherrschung dieser Prozeßparameter gefunden werden.

Mittels moderner Gasturbinenprozesse wird angestrebt, die Turbineneinsatztemperaturen auf über 1500 °C anzuheben und die Standfestigkeit des eingesetzten Materials durch adäquate technische Lösungen zur Maschinenkühlung zu erreichen.

In bekannten Gas- und Dampf-Kombiprozessen (GuD) profitiert man von den technischen Entwicklungen auf den Gebieten beider Grundprozesse.

Im Bestreben, die angezielten Wirkungsgradverbesserungen bei der Energieumwandlung zu erreichen, wurde versucht, Lösungen zur günstigeren Gestaltung der Energieumwandlungsprozesse durch Nutzung von Kreisprozessen zu finden.

So beschreibt die US 3 841 100 einen geschlossenen Gasturbinenprozeß, unter Einsatz von verschiedenen Gasen, wie Luft, Wasserstoff, Helium oder anderen Gasen, bei dem der Arbeitsprozeß in einem Turbokompressor und der Kraftprozeß in einer Gasturbine stattfindet. Die angestrebte Wirkungsgradverbesserung soll dabei durch den Einsatz eines außergewöhnlich großen Kühlmittelreservoirs erreicht werden, mit dessen Hilfe die verbesserte Kühlkapazität von Umgebungsluft während der Nachtzeit nutzbar gemacht wird. Gleichzeitig soll damit der durchgehende Betrieb der Anlage bei Nennlast sichergestellt werden. Dies verdeutlicht, mit welchem großen technischen Aufwendungen um die Gewinnung verhältnismäßig kleiner Wirkungsgradverbesserungen gerungen wird.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, den geschlossenen Kreisprozeß zur Gewinnung von elektrischer Energie so weiterzuentwickeln, daß die Mängel des bekannten Standes der Technik überwunden werden und zugleich Wirkungsgradverbesserungen erreicht werden können. Die allgemeinen Druck- und Temperaturanforderungen des eingesetzten Arbeitsfluids sollen gegenüber bekannten Techniken deutlich reduzierbar sein.

Gleichzeitig wird angestrebt trotz schwankender Lastanforderungen die zu entwickelnde technische Lösung mit den Voraussetzungen für den durchgehenden Betrieb unter Nennleistung auszustatten.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß im wesentlichen durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 6 gelöst.

Danach wird ein mehrstufiger Dampfkraft- und -arbeitsprozeß für die Elektroenergiegewinnung im Kreisprozeß durch Einsatz eines zusätzlichen gasförmigen Energieträgers zur Druck-, Temperatur- und Masseerhöhung des Arbeitsfluids im Kreisprozeß und Rückführung des Arbeitsfluids in den Kreisprozeß so gestaltet, daß als Arbeitsfluid durchgehend überhitzter Wasserdampf eingestezt wird.

Mit dieser Wahl des Arbeitsfluids werden die günstigen Eigenschaften des Wasserdampfes bezüglich der spezifischen Wärme, bezüglich der spezifischen Druckverluste und bezüglich des Wärmeübergangskoeffizienten nutzbar gemacht.

Der Kraftprozeß wird in einer geschlossen mehrstufigen Gasturbinenanlage durchgeführt, wobei der eingesetzte Wasserdampf in der angewendeten überhitzten Form ein zunehmend gasähnlicheres Verhalten zeigt.

Das Arbeitsfluid wird vor der Inbetriebnahme und nach der Außerbetriebnahme in einem zwischen der Kraft- und der Arbeitsmaschine angeordneten Arbeitsfluid-Speichergefaß als Kondensat gespeichert. Dieses Arbeitsfluid-Speichergefaß ist dazu mit technischen Mitteln zur bedarfsweisen Verdampfung des Kondensats bzw. zur Kühlung des Wasserdampfes ausgestattet.

Die vorgeschlagene technische Lösung ist weiterhin dadurch gekennzeichnet, daß die Umwandlung der gespeicherten Energie des Arbeitsfluids und des zusätzlich eingesetzten gasförmigen Energieträgers in mechanische Energie mittels einer geschlossenen Gasturbinenanlage vorgenommen wird. Die Aufrechterhaltung des Kreisprozesses wird durch den Einsatz von Wasserstoff und Sauerstoff als zusätzlichem gasförmigen Energieträger und dem entstehenden Wasserdampf aus der in der Gasturbine ablaufenden Knallgasreaktion ermöglicht.

- 4 -

Das aus der inneren Verbrennung des eingesetzten Wasserstoffs und Sauerstoffs resultierende zusätzliche dampfförmige Arbeitsfluid wird als überhitzter Wasserdampf zum Zwecke der Druck-, Temperatur- und Masseerhöhung des gesamten Arbeitsfluids direkt an der Beschaukelung der mehrstufigen Gasturbine zum Einsatz gebracht. Durch die Verlagerung der Knallgasreaktionen in die einzelnen Stufen der mehrstufigen Gasturbine werden bei minimalen Übertragungsverlusten die dabei entstehenden hohen Drücke und Temperaturen für den Kraftprozeß nutzbar gemacht, ohne das allgemeine Druck- und Temperaturniveau im gesamten Kreisprozeß aufrechterhalten zu müssen.

Nach der Entspannung in der Gasturbine wird der eingesetzte überhitzte Wasserdampf als Arbeitsfluid gemeinsam mit dem überhitzten Wasserdampf als dem Umsetzungsprodukt aus der gesteuerten Knallgasreaktion der Verdichtungsstufe des Kreisprozesses zugeführt.

Es ist erfindungswesentlich, daß die thermische Energie des entspannten Gasturbinenabdampfes mittels Wärmetauscher zur Vorüberhitzung des verdichteten Heißdampfes als Arbeitsfluid verwendet wird. Dabei erfolgt zugleich die wünschenswerte Kühlung des Arbeitsfluids vor dessen Einsatz in den vorgesehenen Turboverdichter.

Wesentliche Anteile der Kühlaufgaben im Kreisprozeß werden damit durch den Wärmetausch zwischen dem entspannten Arbeitsfluid hoher Temperatur und dem verdichteten Arbeitsfluid niedriger Temperatur abgedeckt.

In einer Ausführungsform der Erfindung wird das Arbeitsfluid zwischend er Kraft- und Arbeitsmaschine in einem Arbeitsfluid-Speichergefaß durch äußere Energiezuführung vor der Anlageninbetriebnahme verdampft. In diesem Falle liegt das Arbeitsfluid im Arbeitsfluid-Speichergefaß in Form von Dampfkondensat vor.

In einer anderen Ausführungsform ist vorgesehen, das überschüssige Arbeitsfluid, welches etwa der Menge des aus der Verbrennungsreaktion von Wasserstoff und Sauerstoff entstehenden Wasserdampfes entspricht, zwischen der Kraftmaschine und der Arbeitsmaschine aus dem Kreisprozeß zu entnehmen.

- 5 -

Grundsätzlich ist damit der gesamte Kreisprozeß für die Abführung überschüssigen Arbeitsfluids geeignet, wobei entsprechend der konkreten Anforderungen an die wirtschaftliche Nutzung des entnommenen Arbeitsfluids, beispielsweise für Heizzwecke, auch der für die Turbinenkühlung eingesetzte verdichtete Wasserdampf aus dem Kreisprozeß ausgeschleust werden kann.

Es ist auch möglich, überschüssige Anteile der im Kreisprozeß gewonnenen elektrischen Energie zur Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff einzusetzen. Dies bietet sich insbesondere an, wenn trotz verminderter Lastanforderungen im Interesse der Nutzung höchstmöglicher Wirkungsgrade der Kreisprozeß unter Nennlast aufrechterhalten wird.

Es ist ebenfalls vorgesehen, zum Zwecke der Wellen- und Schaufelkühlung der Gasturbine ausgekoppelte Anteile des Arbeitsfluids in Form von Wasserdampf aus der Verdichtungsstufe des Kreisprozesses zu verwenden.

Die Vorteile der vorgeschlagenen verfahrenstechnischen Lösung bestehen zusammengefaßt darin, daß unter Vermeidung von Luftschadstoffen der Kreisprozeß durchgehend mit überhitzten Wasserdampf als Arbeitsfluid betrieben werden kann, ohne auf die bekannten technischen Vorteile des Gas- und Dampf-Kombiprozesses verzichten zu müssen. Der Vorteil besteht darüber hinaus darin, daß das allgemeine Druck- und Temperaturniveau im geschlossenen Kreisprozeß gegenüber vergleichbaren technischen Anlagen deutlich vermindert ist. Dies ermöglicht kostengünstigere maschinentechnische Lösungen, die zudem eine erhöhte Dauerstandsfestigkeit aufweisen können. Die vorteilhaften physikalischen Eigenschaften von überhitztem Wasserdampf sind darüber hinaus entscheidende Voraussetzungen für vergleichsweise kleine spezifische Abmessungen der Anlagenkomponenten, wie Arbeits- und Kraftmaschine, verbindende Rohrleitungen oder Wärmetauscherflächen.

Die vorgeschlagene Anordnung zur Durchführung des mehrstufigen Dampfkraft- und -arbeitsprozesses gemäß des beschriebenen Verfahrens besteht aus einer mehrstufigen Gasturbine als Kraftmaschine und einem auf der Turbinenwelle angeordneten mehrstufigen Turboverdichter als Arbeitsmaschine sowie aus den verbindenden Rohrleitungen zur Kreislaufführung des Arbeitsfluids.

- 6 -

Dabei sind an den einzelnen Turbinenstufen in unmittelbarer Nähe der Beschaukelung Zuführungseinrichtungen für gasförmigen Wasserstoff und gasförmigen Sauerstoff angeordnet.

Zwischen der Arbeits- und der Kraftmaschine ist ein zur Wärmeübertragung vom entspannten Turbinenabdampf auf das verdichtete Arbeitsfluid dienender Wärmetauscher angeordnet.

Außerdem ist zwischen der Arbeits- und der Kraftmaschine ein Arbeitsfluid-Speichergefäß angeordnet.

Derartige der Kühlung des verdichteten Arbeitsfluids dienende Wärmetauscherflächen sind ebenfalls in den einzelnen Stufen der Turboverdichteranlage angeordnet.

In einer besonderen Ausführungsform der Anordnung zur Durchführung des mehrstufigen Dampfkraft- und -arbeitsprozesses ist im Arbeitsfluid-Speichergefäß eine der Anlageninbetriebnahme dienende Verdampfungsanlage für das Arbeitsfluid angeordnet.

Eine weitere Ausführungsform der Anordnung zur Durchführung des mehrstufigen Dampfkraft- und -arbeitsprozesses sieht vor, zwischen Kraft- und Arbeitsmaschine eine der Regulierung eines konstanten Massestromes für die Verdichtungseinheit dienende Arbeitsfluidentnahmeverrichtung anzuordnen.

Eine mit den genannten Merkmalen ausgestattete Energieumwandlungsanlage ist durch eine Reihe von Vorteilen gekennzeichnet. Durch die ausschließliche Verwendung von überhitzten Wasserdampf als Arbeitsfluid lassen sich die bekannten physikalischen Vorteile dieses Arbeitsfluids für die einfache und kostengünstige Gestaltung der benötigten Anlagenkomponenten für die Durchführung des Kreisprozesses nutzen.

Die unmittelbare Anordnung der Zuführungseinrichtungen für gasförmigen Wasserstoff und gasförmigen Sauerstoff an der Beschaukelung der einzelnen Stufen der Gasturbine ermöglicht es, unerwünschte Belastungsspitzen weitgehend auszuschließen und die erforderliche hohe Druck- und Temperaturbeständigkeit der eingesetzten Anlagenkomponenten auf die entsprechenden Turbinenstufen zu beschränken.

Die einheitliche Verwendung von überhitzten Wasserdampf als Arbeitsfluid für den Kreisprozeß erlaubt es außerdem, die vorteilhaften Kennwerte des Arbeitsfluids für die Anordnung vergleichsweise kleindimensionierter Wärmetauscherflächen zu nutzen.

Als Vorteil ist es auch zu betrachten, daß die zur Aggregatekühlung, zur Arbeitsfluid-Speicherung und zur Arbeitsfluid-Ausschleusung dienenden Komponenten ausschließlich für den Einsatz von überhitzten Wasserdampf oder Dampfkondensat auszulegen sind.

Damit bietet die vorgeschlagene Lösung insgesamt die Voraussetzung dafür, mit vergleichsweise geringem spezifischen Maschinenaufwand kompakte Energieumwandlungsanlagen hoher energetischer Effizienz zu schaffen.

Die Erfindung soll nachstehend mit einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

In der beigefügten Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild der Komponenten eines Kreisprozesses mit einem vierstufigen Turboverdichter, einer vierstufigen Gasturbine, einen Wärmetauscher für das Arbeitsfluid und einem Arbeitsfluid-Speichergefäß;

Fig. 2 den schematischen Längsschnitt durch eine Energieumwandlungsanlage für die Elektroenergiegewinnung im Kreisprozeß mit einem auf der Welle einer vierstufigen Gasturbine angeordneten vierstufigen Turboverdichter.

Ausführungsbeispiel:

In einer Energieumwandlungsanlage, bestehend aus einer mehrstufigen Gasturbine 1 und einem Turboverdichter 3, soll im geschlossenen Kreisprozeß Elektroenergie gewonnen werden.

Dazu wird zunächst das in einem Arbeitsfluid-Speichergefäß 8 enthaltene Dampfkondensat durch Zuführung von Fremdenergie mittels einer Verdampfungsanlage 10 verdampft.

Der hier vierstufig ausgeführten Gasturbine 1 wird extern gespeicherter gasförmiger Wasserstoff und extern gespeicherter gasförmiger Sauerstoff über entsprechende Zuführeinrichtungen 6 direkt an die Beschaufelung 5 der einzelnen Turbinenstufen zugeführt. Der entstehende überhitzte Wasserdampf als Umsetzungsprodukt der Knallgasreaktion wird gemeinsam mit dem überhitztem Wasserdampf aus der Verdampfung des Inhalts des Arbeitsfluid-Speichergefäßes 8 dem auf der Turbinenwelle 2 angeordneten vierstufigen Turboverdichter 3 zugeführt. Die einzelnen Verdichterstufen werden durch Einsatz von Kühlmittel gekühlt. Der verdichtete Wasserdampf als Arbeitsfluid wird nach dem Verlassen des Turboverdichters 3 in einem Wärmetauscher 7 durch den die Gasturbine 1 verlassenden entspannten Wasserdampf vorüberhitzt und danach der Gasturbine 1 zugeführt, in der unmittelbar an der Beschaufelung der einzelnen Turbinenstufen die örtliche weitere Überhitzung und die partielle Druckerhöhung durch die Verbrennungsreaktion des dort zum Einsatz gebrachten Wasserstoffs und Sauerstoffs erfolgt. Die Kühlung der Turbinenwelle 2 und der Turbinenbeschaufelung 5 wird dabei durch Anteile des aus der Verdichtungsstufe ausgekoppten Wasserdampf gesichert. Das innige Gemisch des Arbeitsfluids in Form von überhitztem Wasserdampf mit Anteilen aus dem verdampften Dampfkondensat aus dem Arbeitsfluid-Speichergefäß 8 und aus dem bei der Knallgasreaktion entstehenden Wasserdampf wird in die verbindenden Rohrleitungen zwischen Gasturbine 1 und Turboverdichter 3 eingeleitet und beim Durchströmen des Wärmetauschers 9 durch das gekühlte und durch den Turboverdichter 3 verdichtete Arbeitsfluid gekühlt.

Zur Regulierung des Massestromes des dem Turboverdichter 3 zugeführten Arbeitsfluids ist eine Arbeitsfluid-Entnahmevorrichtung 11 vorgesehen, mit deren Hilfe im Umfang der zusätzlich eingeführten Wasserdampfes dem Prozeß Arbeitsfluid entnommen wird, beispielsweise für externe Wärmenutzungen.

Eine derartige Aufgabe wird wenigstens teilweise durch die mögliche Abführung des für Kühlzwecke eingesetzten Wasserdampfes in der Gasturbine 1 erfüllt.

- 9 -

Schließlich wird auch das dem Turboverdichter 3 zugeführte Kühlmittel für externe Wärmenutzungen eingesetzt, so daß insgesamt ein gegenüber herkömmlichen Energieumwandlungsanlagen verbesserter Wirkungsgrad erreicht wird. Wegen des einheitlichen Einsatzes von überhitztem Wasserdampf von vergleichsweise geringem Druck und vergleichsweise niedriger Temperatur halten sich die maschinentechnischen Anforderungen an die Komponenten des Kreisprozesses in beherrschbaren Grenzen.

Bezugszeichenliste

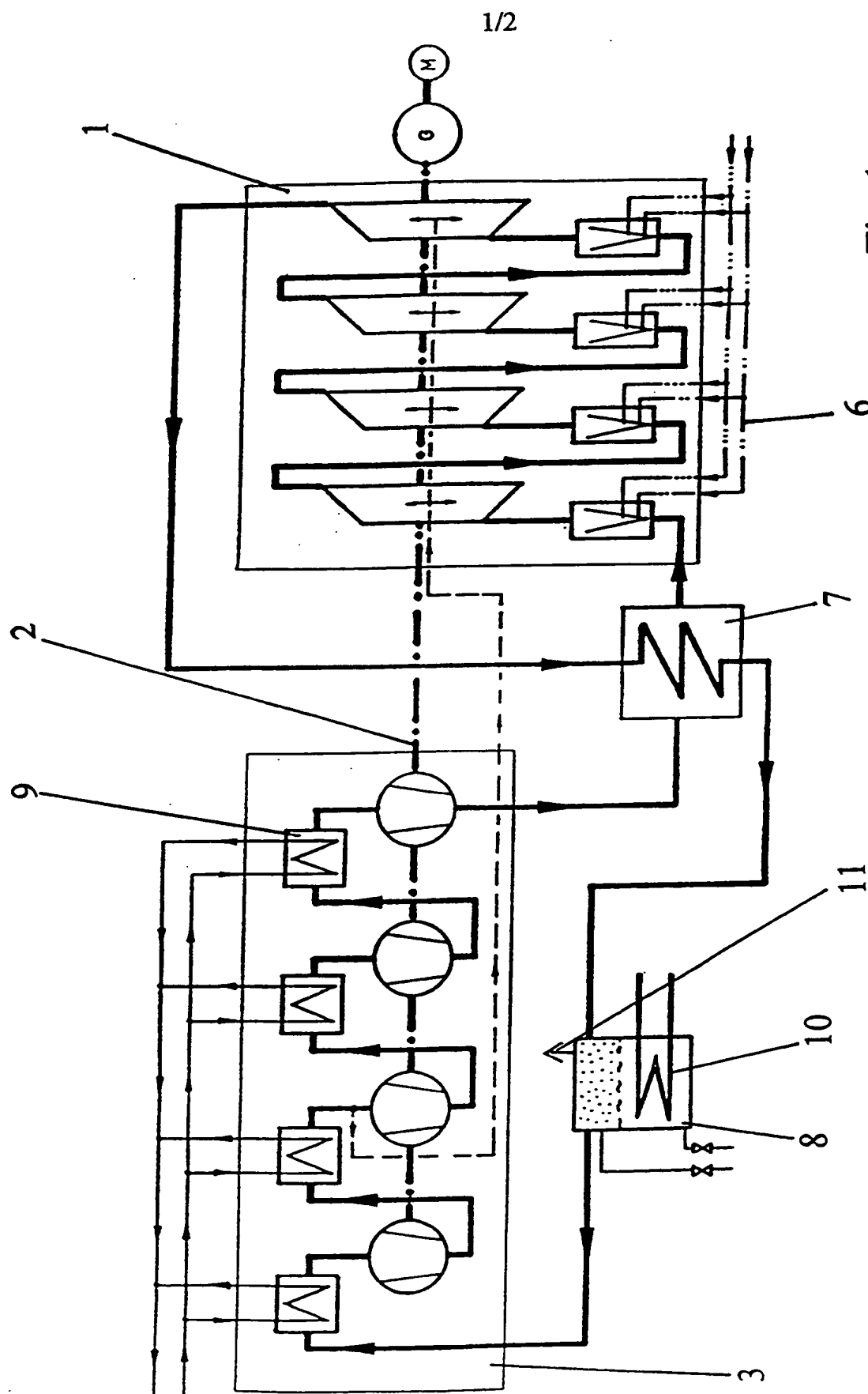
- 1 **Mehrstufige Gasturbine**
- 2 **Turbinenwelle**
- 3 **Turboverdichter**
- 4 **verbindende Rohrleitungen**
- 5 **Beschaufelung**
- 6 **Zuführungseinrichtungen für gasförmigen Wasserstoff und Sauerstoff**
- 7 **Wärmetauscher zwischen Turbinenabdampf und verdichtetem Arbeitsfluid**
- 8 **Arbeitsfluid-Speichergefäß**
- 9 **Wärmetauscherflächen im Turboverdichter**
- 10 **Verdampfungsanlage**
- 11 **Arbeitsfluidentnahmevorrichtung**

Patentansprüche

1. Mehrstufiger Dampfkraft-/ arbeitsprozeß für die Elektroenergiegewinnung im Kreisprozeß durch Einsatz eines zusätzlichen gasförmigen Energieträgers zur Druck-, Temperatur- und Masseerhöhung des Arbeitsfluids im Kraftprozeß und Rückführung des Arbeitsfluids in den Arbeitsprozeß, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kreisprozeß durchgehend mit Wasserdampf als Arbeitsfluid durchgeführt wird,
daß der Kraftprozeß in einer geschlossenen mehrstufigen Gasturbinenanlage durchgeführt wird,
daß das Arbeitsfluid als Kondensat vor der Inbetriebnahme und nach der Außerbetriebnahme zwischen Kraft- und Arbeitsmaschine in einem Arbeitsfluid- Speichergefäß gespeichert wird,
daß die Umwandlung der gespeicherten Energie des Arbeitsfluides und des zusätzlichen gasförmigen Energieträgers in mechanische Energie mittels einer geschlossenen Gasturbinenanlage vorgenommen wird,
daß als zusätzliches dampfförmiges Arbeitsfluid das Umsetzungsprodukt aus der Knallgasreaktion eingesetzt wird,
daß das aus der inneren Verbrennung resultierende zusätzliche dampfförmige Arbeitsfluid zum Zwecke der Druck-, Temperatur- und Masseerhöhung des Arbeitsfluids direkt an der Beschaufelung der mehrstufigen Gasturbine zum Einsatz gebracht wird,
daß der eingesetzte Wasserdampf als Arbeitsfluid gemeinsam mit dem Umsetzungsprodukt aus der Knallgasreaktion der Verdichtungsstufe des Kreisprozesses zugeführt wird und
daß die thermische Energie des entspannten Gasturbinenabdampfes teilweise mittels Wärmetauscher zur Vorüberhitzung des verdichteten Heißdampfes als Arbeitsfluid verwendet wird.

2. Mehrstufiger Dampfkraft-/arbeitsprozeß nach dem Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Arbeitsfluid zwischen Arbeits- und Kraftmaschine in einem Arbeitsfluid-Speichergefaß durch Energiezuführung vor Inbetriebnahme verdampft wird.
3. Mehrstufiger Dampfkraft-/arbeitsprozeß nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das überschüssige Arbeitsfluid, welches der Menge des aus der Verbrennungsreaktion von Wasserstoff und Sauerstoff entstehenden Wasserdampfes entspricht, zwischen der Kraftmaschine und der Arbeitsmaschine aus dem Kreisprozeß entnommen wird.
4. Mehrstufiger Dampfkraft-/arbeitsprozeß nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** überschüssige Anteile der gewonnenen elektrischen Energie zur Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff eingesetzt werden.
5. Mehrstufiger Dampfkraft-/arbeitsprozeß nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Zwecke der Wellen- und Schaufelkühlung der Gasturbine ausgekoppelter Wasserdampf aus der Verdichtungsstufe des Kreisprozesses verwendet wird.

6. Anordnung zur Durchführung des mehrstufigen Dampfkraft-/arbeitsprozesses gemäß der Ansprüche 1 bis 5, bestehend aus einer mehrstufigen Gasturbine (1) als Kraftmaschine und einem auf der Turbinenwelle (2) angeordneten mehrstufigen Turboverdichter (3) als Arbeitsmaschine mit verbindenden Rohrleitungen (4) zur Kreislaufführung des Arbeitsfluids, **dadurch gekennzeichnet, daß** an den einzelnen Turbinenstufen in unmittelbarer Nähe der Beschaufelung (5) Zuführungseinrichtungen (6) für gasförmigen Wasserstoff und gasförmigen Sauerstoff angeordnet sind, **daß** zwischen der Arbeits- und der Kraftmaschine (1, 3) ein zur Wärmeübertragung vom entspannten Turbinenabdampf auf das verdichtete Arbeitsfluid dienender Wärmetauscher (7) angeordnet ist, **daß** zwischen der Arbeits- und der Kraftmaschine (1, 3) ein Arbeitsfluid-Speichergefäß (8) angeordnet ist und **daß** in den einzelnen Stufen der Turboverdichteranlage (3) der Kühlung des verdichteten Arbeitsfluids dienende Wärmetauscherflächen (9) angeordnet sind,
7. Anordnung zur Durchführung des mehrstufigen Dampfkraft-/arbeitsprozesses nach dem Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Arbeitsfluid-Speichergefäß (8) eine der Anlageninbetriebnahme dienende Verdampfungsanlage (10) für das Arbeitsfluid angeordnet ist.
8. Anordnung zur Durchführung des mehrstufigen Dampfkraft-/arbeitsprozesses nach einem der Ansprüche 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen Arbeits- und Kraftmaschine (1, 3) eine der Regulierung eines konstanten Massestromes für die Verdichtungseinheit (3) dienende Arbeitsfluidentnahmevorrichtung (11) angeordnet ist.



2/2

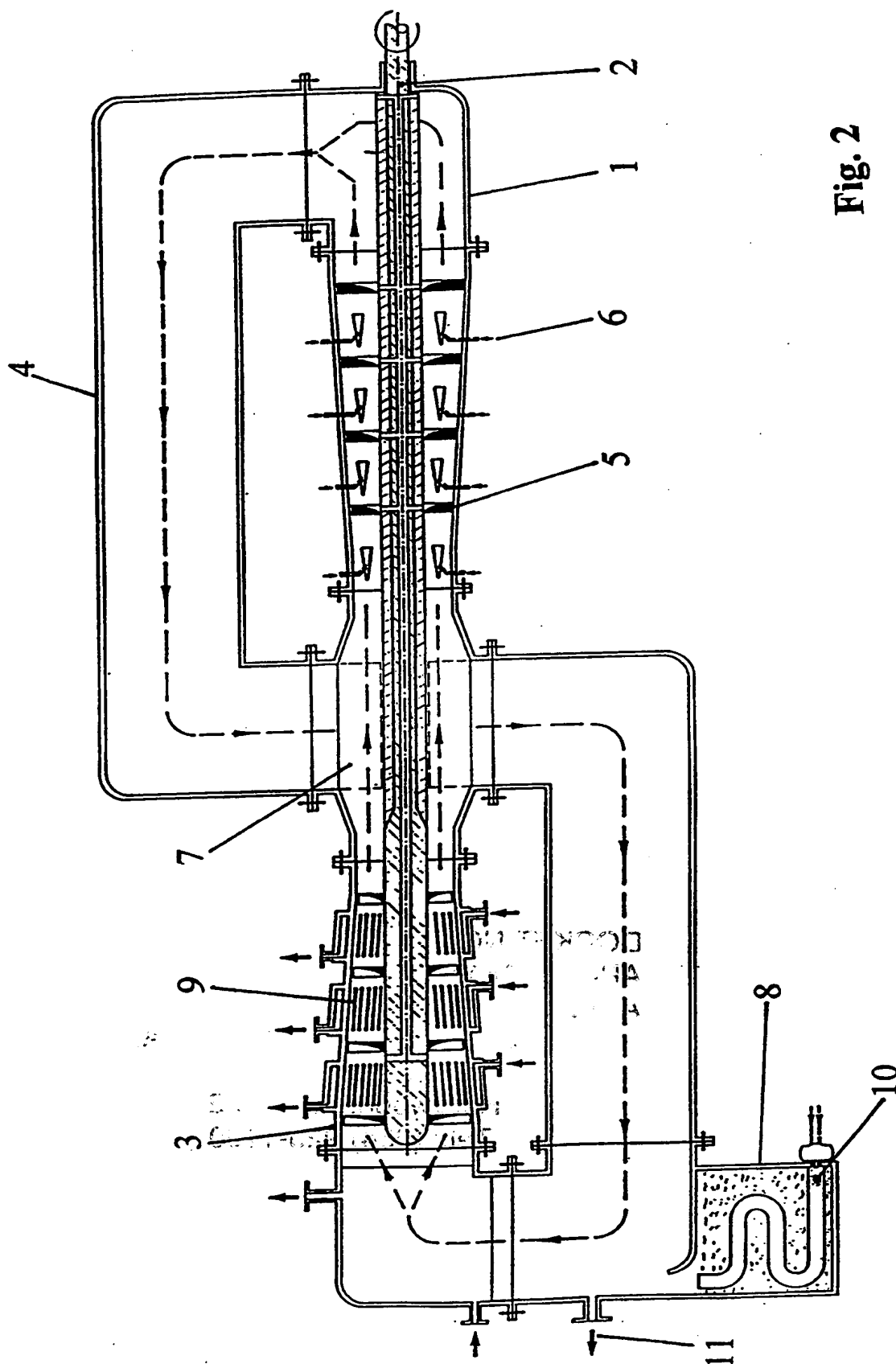


Fig. 2

This Page Blank (uspto)

DOCKET NO.: *RDS - P244*
APPLIC. NO.: *PCT/DE2003/002366*
APPLICANT: *Halalim, Wolfgang*
Lerner and Greenberg, P.A.
P.O. Box 2480
Hollywood, FL 33022
Tel.: (954) 925-1100

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)